دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

بررسی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط برای عملکرد دانه هیبریدهای ذرت دانه‌ای با استفاده از مدل GGE biplot

مهسا شهریاری نسب[۱]، رجب چوگان[۲]، منوچهر خدارحمی[۳]، علی معصومی[۴] و سعید خاوری خراسانی[۵]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام نور مشهد، (نویسنده مسوول: shahryari_ma@yahoo.com)
۲ و ۳- استاد و استادیار، موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج
۴- استادیار، دانشگاه پیام نور مشهد
۵- استادیار، موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر مشهد

تاریخ دریافت: ۹۲/۸/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۱/۱

چکیده

در این بررسی ۱۴ هیبرید ذرت دانه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکر ار در ۶ محیط شامل ۳ ایستگاه تحقیقاتی (کرج- مشهد- جیرفت) در طی دو سال (۱۳۹۱-۱۳۹۰) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر متقابل ژنوتیپ × سال × مکان در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار می‌باشد که نشان‌دهنده نوسان عملکرد ارقام در محیط‌های مختلف است. بر این اساس برای بررسی اثر متقابل و مشخص کردن هیبریدهای پایدار، از روش چند متغیره GGE biplot استفاده شد. نتایج نشان داد که دو مولفه اصلی اول مدل رگرسیونی ۹۲٪ از کل تغییرات مشاهده شده را توجیه می‌کنند. با استفاده ازنمودار چند ضلعی بای پلات، شش ژنوتیپ برتر و دو ابر محیط شناسایی شدند. همچنین بای پلات همزمان برای پایداری و عملکرد، ژنوتیپ‌های شماره ۲ و ۵ را به عنوان ژنوتیپ پایدار با عملکرد بالا شناسایی نمود. در بررسی بای پلات همبستگی بین محیط‌ها مشخص شد همبستگی مثبتی بین محیط های جیرفت و کرج و همبستگی منفی بین محیط‌های مشهد و کرج وجود دارد. بررسی عملکرد نسبی ژنوتیپ‌ها نشان داد در محیط کرج ژنوتیپ شماره ۵ و در محیط مشهد و جیرفت ژنوتیپ‌های شماره ۱۴ و ۲ بیشترین عملکرد را دارند.

واژه‌های کلیدی: ذرت، اثر متقابل ژنوتیپ در محیط، مدل GGE biplot

مقدمه

با توجه به افزایش سطح زیر کشت ذرت در سال‌های اخیر در ایران و دستیابی به عملکرد بالا در واحد سطح، نیاز به بررسی واکنش هیبریدهای جدید در مناطق و سال‌های مختلف می باشد تا پس از حذف اثر متقابل ژنوتیپ با محیط بهترین ژنوتیپ‌ها شناسایی و به عنوان ارقام با پتانسیل تولید بالا معرفی شوند (۳). تنوع فنوتیپی بیشترتوسط محیط (E) توجیه می‌شود، معمولا ژنوتیپ (G) و اثر متقابل آن با محیط (G×E) در این مورد بسیار کوچک هستند (۱۳). به هر حال تنها G و G×E مربوط به ارزیابی رقم هستند به خصوص زمانی که اثرمتقابل G×E قابل شناسایی و تکرارپذیر باشد (۷). یان و همکاران (۱۱) این دو (G و G×E) را با هم مورد توجه قرار دادند و به مجموع آنها اشاره نمودند.GGE به معنی اثر اصلی ژنوتیپ (G) به علاوه اثر متقابل ژنوتیپ با محیط (G×E)، وقتیکه دو منبع متفاوت مرتبط برای ارزیابی ژنوتیپ‌ها وجود دارد. نمودارهایی که بطور همزمان پراکنش ژنوتیپ و محیط‌ها را نشان می‌دهند (بای پلات) در این زمینه از اهمیت زیادی برخوردارند (۱). بای پلات برای اولین بار توسط گابریل تشریح شد. تکنیک بای پلات برای نمایش GGE داده‌های حاصل از آزمایشات چند منطقه‌ای (MET_S)، به نام GGE BIPLOT مورد استفاده قرار گرفت (۱۴،۱۲،۱۱).

GGE BIPLOT به عنوان یک ابزار مناسب برای ۳ هدف زیر به کار می رود:

الف: تجزیه و تحلیل محیط‌های بزرگ و دادن الگوی کدام برای کجا مناسب است[۱]. که به موجب آن یک ژنوتیپ خاص می‌تواند برای محیط های بزرگ و خاص پیشنهاد شود (۱۶،۱۴).

ب: ارزیابی ژنوتیپ‌های پایدار با عملکرد متوسط[۲]

ج: ارزیابی محیطی (قدرت تبعیض بین ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مورد نظر (۱۵،۱۰،۸،۵،۴،۲).

یان و همکاران (۱۱) مدل GGE BIPLOTرا بر اساس تجزیه به مقادیر ویژه (SVD) بر مبنای دو مولفه اصلی به صورت زیر ارائه دادند:

$$Y_{ij}-\mu + \beta_j = \lambda_1 \xi_{i1} \eta_{j1} + \lambda_2 \xi_{i2} \eta_{j2} + \varepsilon$$

1- which-won-where
2- The Mean Performance and Stability

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-23]

که Y_{ij}: میانگین عملکرد ژنوتیپ i در محیط j، μ بزرگترین میانگین اثر اصلی محیط j، β_j+ μمیانگین عملکرد همه ژنوتیپ‌ها در محیط j، λ_1 و λ_2 مقادیر ویژه برای اولین و دومین مولفه اصلی (pc_1, pc_2)، ξ_{i1} و ξ_{i2} به ترتیب بردارهای ویژه i برای pc_1 وpc_2، η_{j1} و η_{j2} به ترتیب بردارهای ویژه j برای pc_1 وpc_2، $\pounds_{ij}$ باقی مربوط به ژنوتیپ i در محیط j.

استفاده از روش GGEBIPLOT توسط YAN و همکاران روی ارقام گندم پائیزه آزمایش شده و در سال‌های ۱۹۸۹ تا ۱۹۹۸ به منظور ارزیابی ارقام، گزارش شده است (۱). فان و همکاران (۶) تحقیقی را به مدت ۲ سال در ۱۰ منطقه روی پایداری عملکرد دانه هیبریدهای چینی انجام دادند آنها با استفاده از آنالیز GGE BIPLOT و آماره پایداری عملکرد (Y_{si}) و (ii)، اثر متقابل ژنوتیپ × محیط را بررسی کردند و در نهایت یک هیبرید را به‌عنوان پایدارترین ژنوتیپ معرفی کردند.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در طی ۲ سال زراعی متوالی (۱۳۹۱-۱۳۹۰) در سه مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در کرج، مراکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مشهد و جیرفت اجرا شد. زمین آزمایشی به مساحت ۱۵۰۰ متر مربع انتخاب و پس از تهیه بستر بذر، از کودهای فسفات آمونیوم و سولفات پتاسیم و اوره بر مبنای آزمون خاک و توصیه موسسه تحقیقات آب و خاک کشور استفاده شد.سپس خطوط کاشت به فاصله ۷۵ سانتی‌متر ایجاد و نقشه کاشت آزمایش به صورت بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد.در این پژوهش ۱۵ هیبرید سینگل کراس دیر رس و متوسط رس (۱۴ هیبرید انتخابی به اضافه رقم شاهد KSC704) با ۴ تکرار به صورت دستی کشت گردید (اسامی هیبریدها در جدول شماره ۱ ذکر شده است). شایان ذکر است که هر خط کاشت شامل ۱۶ کپه به فاصله ۳۵ سانتی‌متر بود که در هر کپه کاشت، ابتدا ۴ بذر کشت گردیدکه پس از تنک کردن در مرحله ۴ برگی شدن ذرت، فقط ۲ بوته در هر کپه نگهداری شد. با احتساب ۷۵ سانتی‌متر فاصله خطوط کاشت و ۲ بوته در هر کپه تراکم کاشت ۷۶۰۰۰ هزار بوته در هکتار و مساحت کرت برداشتی نیز ۸/۴ متر مربع بود. کل کود فسفاته و نیمی از کود اوره در زمان کاشت ونیمی دیگر از اوره در زمان ۷ برگی شدن ذرت به صورت سرک مصرف شد.یادداشت برداری‌های مورد نیاز از مراحل مختلف رشد و نمو انجام شد. در زمان برداشت، ۱۰ بلال تصادفی از هر کرت انتخاب و صفات قطر بلال، قطر چوب بلال، عمق دانه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف دانه، فرم دانه روی آنها اندازه‌گیری و نیز درصد چوب بلال و درصد رطوبت دانه تعیین و نهایتاً محاسبات آماری برای عملکرد دانه براساس ۱۴ درصد رطوبت دانه در هر کرت انجام گرفت. برای داده‌های حاصل از اندازه‌گیری عملکرد ژنوتیپ‌ها ابتدا تجزیه واریانس ساده برای کلیه محیط‌های آزمایشی انجام شد، پس ازآن تجزیه واریانس مرکب صورت گرفت.ضریب تغییرات ($C.V_i$) برای تجزیه واریانس مرکب محاسبه شد سپس از روش جدید GGEbiplot و گراف‌های متنوع و مفید آن برای بررسی پایداری ژنوتیپ‌ها و تعیین ابر محیط‌ها (Mega-environment) استفاده گردید. برای محا سبه روش‌های ذکر شده نرم‌افزارهای SAS و GGE biplot، مورد استفاده قرارگرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب برای عملکرد دانه (جدول ۲) نشان داد که اثر متقابل ژنوتیپ × سال × مکان در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است (که نشانگر وجود اثر متقابل ژنوتیپ در محیط می‌باشد). اثر سال، مکان، ژنوتیپ × مکان و ژنوتیپ × سال معنی‌دار نبودند. معنی‌دارنشدن اثر سال بیانگر این است که عملکرد ژنوتیپ‌ها در سال های مختلف تفاوتی ندارد. معنی‌دار نبودن اثر مکان نشان‌دهنده عدم اختلاف شرایط محیطی در مناطق مورد بررسی می‌باشد. معنی‌دار نبودن اثر متقابل ژنوتیپ × مکان حاکی از آن است که روند تغییرات ژنوتیپ‌ها برای عملکرد دانه در مکان‌های مورد بررسی مشابه بوده است. معنی‌دار نبودن اثر متقابل ژنوتیپ × سال حاکی از آن است که روند تغییرات ژنوتیپ‌ها برای عملکرد دانه در سال‌های مورد بررسی مشابه بوده است. معنی‌دار شدن اثر ژنوتیپ نشان‌دهنده اختلاف ژنتیکی در بین ژنوتیپ‌های مورد آزمایش می‌باشد. از معنی‌دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ × سال × مکان می‌توان استنباط کرد که عملکرد ارقام در محیط‌های مختلف در نوسان بوده و برای بررسی دقیقتر این اثرات متقابل و پیدا کردن هیبریدهای سازگار در شرایط محیطی مختلف و توصیه قطعی این هیبریدها باید تجزیه پایداری ارقام صورت گیرد. نتایج حاصل از روش GGE بای پلات نشان داد که مولفه‌های اصلی اول و دوم به ترتیب ۵۸٪ و ۳۴٪ و در مجموع ۹۲٪ از تغییرات موجود در داده‌ها را توجیه می‌نمایند (شکل ۱).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-23]

جدول ۱- مشخصات ۱۵ هیبرید مورد مطالعه در ۶ محیط مورد بررسی

کد	پدیگری/ نام
ژنوتیپ ۱	KLM76003/2-1- 1-2-1-1-1-1 X MO17
ژنوتیپ ۲	K47/2-1-1-3-3-1-1-1-1 X MO17
ژنوتیپ ۳	K74/2-2-1-22-1-1-1-1X K3615/2
ژنوتیپ ۴	KLM77002/10-1 X MO17
ژنوتیپ ۵	K74/2-2-1-4-2-1-1-1-1 x k18
ژنوتیپ ۶	KLM76005/2-3-1-1-1-1X M017
ژنوتیپ ۷	K3547/5 XK19/1
ژنوتیپ ۸	KLM8026/1-2-1-2-3 X MO17
ژنوتیپ ۹	KLM77020/7-1 -1-2-1-1-1-1-1X K19
ژنوتیپ ۱۰	K74/2-2-1-22-1-1-1 XK19
ژنوتیپ ۱۱	K3547/3 X K3615/2
ژنوتیپ ۱۲	K3615/2 X MO17
ژنوتیپ ۱۳	K3615/2 X K19/1
ژنوتیپ ۱۴	KSC705
ژنوتیپ ۱۵	KSC704

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب برای۱۵هیبرید ذرت دانه ای در ۶ محیط

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
مکان	۲	۸۱۱/۱۱	۲۵۹/۲۳ ns
سال	۱	۳۶/۲۷	۱۱/ ۵۹ ns
سال×مکان	۲	۸۲/۸۶	۲۶/۴۸ *
تکرار(محیط)	۱۸	۱۷/۱	۵/۴۷
ژنوتیپ	۱۴	۲۱/۲۸	۶/۸ **
ژنوتیپ× مکان	۲۸	۸/۴۱	۲/۶۹ ns
ژنوتیپ× سال	۱۴	۱۲/۴۸	۳/۹۹ ns
ژنوتیپ× محیط	۲۸	۶/۰۹	۱/۹۵**
خطا	۲۵۲	۳/۱۲	
کل	۳۵۹	۳۷۹۷/۳۳	
		%cv=۱۶/۲۴	

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دارو معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

بررسی همبستگی بین محیط‌های آزمایش روابط بین محیط‌ها را مشخص می کند.اگر دو یا چند محیط با هم همبستگی مثبت داشته باشند می‌توان آزمایش‌ها را فقط در یک محیط اجرا و به بقیه تعمیم داد. در بای پلات شکل‌های ۱و ۲ کسینوس زاویه بین بردارهای محیط‌ها بیانگر نوع همبستگی و طول بردار بیانگر شدت همبستگی می‌باشد. اگر کسینوس زاویه بین دو بردار صفر باشد همبستگی (۱+) و اگر کسینوس زاویه بین دو بردار ۹۰ درجه باشد بیانگر همبستگی صفر است و اگر کسینوس زاویه بین دو بردار ۱۸۰ درجه باشد بیانگر همبستگی (۱-) است. زاویه بین بردارهای محیطی جیرفت و کرج یک زاویه حاده بود و این نشان‌دهنده همبستگی بالای دو محیط از لحاظ رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس عملکرد می‌باشد. در بررسی بای پلات مربوط به روابط بین ژنوتیپ‌ها (شکل ۳) ژنوتیپ‌هایی که با هم زاویه برداری حاده دارند با یکدیگر همبستگی دارند والگوی پاسخ مشابهی نشان می‌دهند. بنابراین بر اساس همبستگی شان ژنوتیپ‌ها به چند گروه تقسیم می‌شوند:

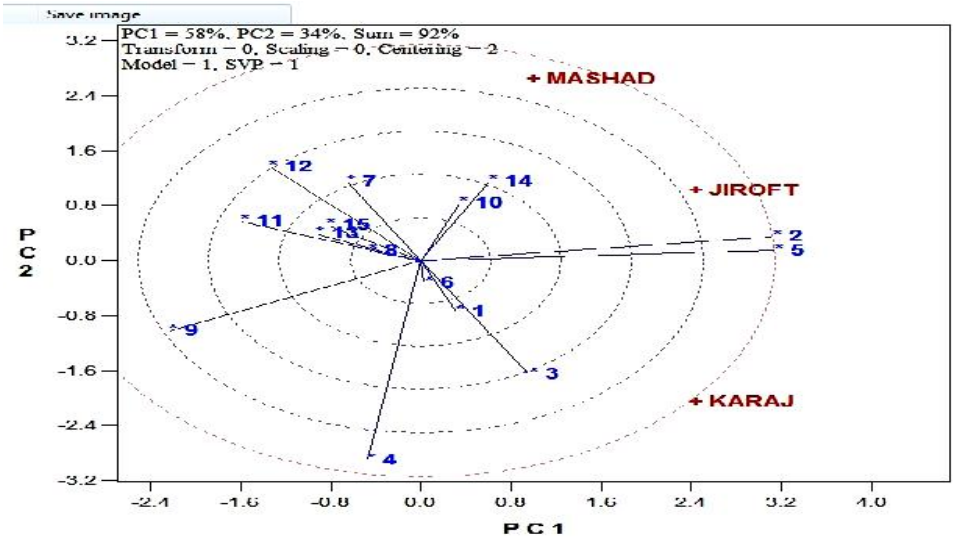
گروه اول: شامل ژنوتیپ‌های ۷-۸-۱۱-۱۲-۱۳-۱۵

گروه سوم: شامل ژنوتیپ‌های ۱-۳-۶

گروه دوم: شامل ژنوتیپ‌های ۲-۵-۱۰-۱۴

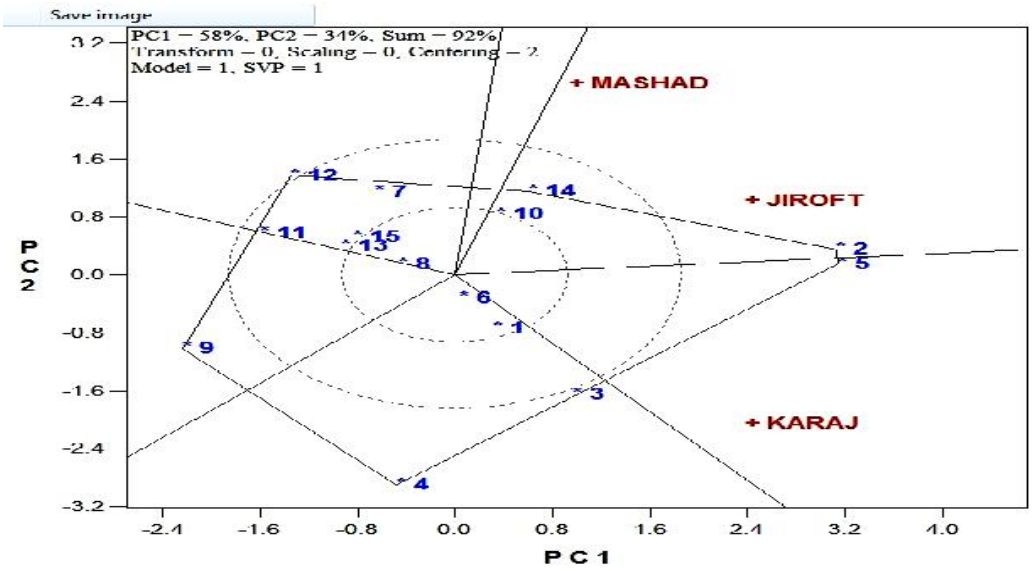
گروه چهارم: شامل ژنوتیپ‌های ۹-۴

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-23]



شکل ۳- GGE بای پلات که روابط بین هیبریدهای مختلف را نشان می‌دهد

برای شناسایی محیط‌های بزرگ و ژنوتیپ‌های برتر نمودار چند ضلعی GGE بای پلات رسم شد. این چند ضلعی از وصل کردن ژنوتیپ‌هایی که حداکثر فاصله را از مبداء دارند حاصل شد. پس از آن خطوطی از مبداء مختصات عمود بر اضلاع این چند ضلعی رسم شده و محیط‌های بزرگ شناسایی شدند. بر این اساس ژنوتیپ‌های برتر (۲، ۵، ۴، ۹، ۱۲ و ۱۴) که در راس چند ضلعی بودند شناسایی شدند (شکل ۴).



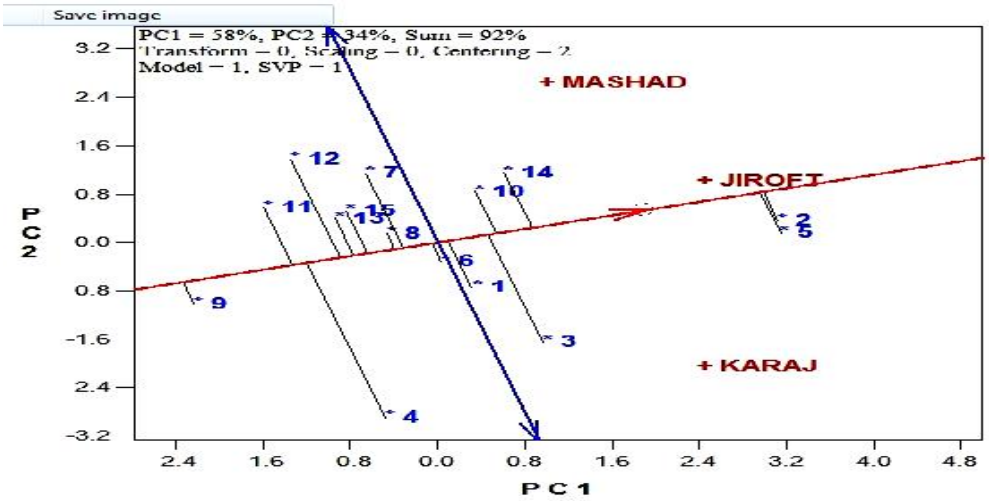
شکل ۴- نمایش گرافیکی انطباق ۱۵ هیبرید ذرت (G1-G15) با ۶ محیط

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-23]

همچنین در شناسایی ابر محیط‌ها دو محیط مشهد و جیرفت در یک بخش مشابه قرار گرفتند و رقم‌های ۲ و ۱۴ بدین علت که در رئوس این بخش واقع شده‌اند به عنوان دو رقم بسیار مطلوب برای این دو محیط می‌باشند. در محیط کرج هم رقم شماره ۵ برترین عملکرد را از خود نشان داد هیچ محیطی در داخل بخش‌هایی که ژنوتیپ‌های ۴، ۹ و ۱۲ در راس آنها هستند قرار نگرفته است که نشان‌دهنده این است که ژنوتیپ‌های فوق در هیچ ابر محیطی برتری ندارند. در بای‌پلات شکل ۵ میانگین عملکرد و پایداری ژنوتیپ‌های ذرت به صورت همزمان مورد مطالعه قرار گرفته است. در این بای پلات ژنوتیپ‌هایی که در جهت مثبت محور X هستند بالاترین عملکرد و ژنوتیپ‌هایی که در سمت چپ محور X هستند پایین ترین عملکرد را دارند. بنابراین هیبرید شماره ۲ بالاترین عملکرد را دارد و هیبرید شماره ۹ پایین‌ترین میزان عملکرد را دارد. میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها به صورت زیر می‌باشد:

۲>۵>۱۴>۱۰>۳>۱>۶>۷>۸>۱۵>۱۳>۱۲>۴>۱۱>۹

ژنوتیپ‌های ۴، ۱۲، ۷ علاوه بر عملکرد پایین بیشترین ناپایداری را داشتند (هرچه طول خط عمود بر محور افقی بیشتر باشد نشانه ناپایداری آن ژنوتیپ می‌باشد). بر اساس این بای پلات ژنوتیپ‌های شماره ۲ و ۵ دارای بالاترین عملکرد بوده و از پایداری مطلوبی نیز برخوردار هستند لذا این دو ژنوتیپ انتخاب می‌شوند.



شکل ۵- ارزیابی ۱۵ هیبرید ذرت در ۶ محیط به طور همزمان بر اساس عملکرد دانه و پایداری عملکرد

روش‌های بسیار زیادی برای مشخص کردن اثر متقابل (G×E) وجود دارد. گراف‌هایی که به طور هم زمان پراکنش ژنوتیپ و محیط‌ها را نشان می‌دهند (بای‌پلات) در این زمینه از اهمیت زیادی برخوردارند. GGE BIPLOT ابزار تجسم داده‌ها است چون اثر متقابل ژنوتیپ در محیط را در یک جدول دو طرفه، به صورت گرافیکی نمایش می‌دهد. از روش GGE بای پلات، برای تعیین پایداری محصولات مختلف مثل برنج (۱۰)، جو (۵)، گندم (۸) و عدس (۹) استفاده شده است.همچنین از این روش در ایران برای تعیین محیط‌های بزرگ در محصولات جو (۵) و عدس (۹) استفاده شده است. در این تحقیق مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها به روش دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ نشان داد که ژنوتیپ‌های شماره ۲، ۵ و ۱۴ به ترتیب با میانگین عملکرد ۱۳/۰۲، ۱۲/۵۷ و ۱۱/۳۶ تن در هکتار نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها عملکرد بیشتر و معنی‌داری داشتند. در مرحله بعد با توجه به معنی‌دار بودن اثرات متقابل و ضعف تجزیه مرکب در روشن نمودن بیشتر ماهیت این اثرات از روش‌های مختلف تجزیه پایداری عملکرد استفاده شد. نمودار چند ضلعی بای پلات نشان داد که ۶ ژنوتیپ برترشامل ژنوتیپ‌های شماره (۲، ۵، ۴، ۹، ۱۲ و ۱۴) و دو ابر محیط بر اساس مدل رگرسیون مکانی وجود دارد. بر اساس بای پلات نشان‌دهنده هم زمان پایداری و عملکرد، ژنوتیپ شماره ۲ بالاترین عملکرد را دارد. بررسی عملکرد نسبی ژنوتیپ‌ها نشان داد در محیط کرج ژنوتیپ شماره ۵ و در هر دو محیط مشهد و جیرفت ژنوتیپ‌های شماره (۱۴ و ۲) بیشترین عملکرد را داشته‌اند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-23]

تشکر و قدردانی:
از آقایان مجید طاهریان (مرکز تحقیقات نیشابور)، علی درینی (مرکز تحقیقات جیرفت) **و** رضا شریفی سیرچی به خاطر راهنمائی‌های ارزنده شان کمال تشکر و قدردانی را می‌نماید.

منابع

1. Aghaee-Sarbarzeh, M.A., H. Safari, M. Roostai, K. Nader-Mahmoodi, M.M. Poorsiahbidi, A. Hesami, K. Soleimani, M.M. Ahmadi and R. Mohamadi. 2007. Study of general and specific adaptability of advanced wheat lines using GE biplot on the base of AMMI method. Pazhoohesh and Sazandegi, 77: 41-48. (In Persian)
2. Butrón, A., P. Velasco, A. Ordás and R.A. Malvar. 2004. Yield evaluation of maize cultivars across environments with different levels of pink stem borer infestation. Crop Science, 44: 741-747.
3. Choukan, R., A. Hossein Zadeh, M.R. Ghanadha, A. Taleei and S.A. Mohammadi. 2005. Classification of maize inbred lines based on morphological traits. Seed and Plant Journal, 21: 139-157. (In Persian)
4. Crossa, J., P.L. Cornelius and W. Yan. 2002. Biplots of linear -bilinear models for studying crossover genotype × environment interaction. Crop Science, 42: 136-144.
5. Dehghani, H., A. Ebadi and A .Yousefi. 2006. Biplot analysis of genotype by environment interaction for Barley yield in Iran. Agronomy Journal, 98: 388-393
6. Fan, X.M., M. S. Kang, H. Chen, Y. Zhang, J. Tan and C. Xu. 2007. Yield Stability of Maize Hybrids Evaluated in Multi-Environment Trials in Yunnan، China, Published in Agronomy Journal, 99: 220-228.
7. Hammer, G.L. and M. Cooper. 1996. Plant Adaptation and Crop Improvement. CAB INTERNATIONAL, Wallingford.
8. Kaya, Y., M. Akcura and S. Taner. 2006. GGE-biplot analysis of multi-environment yield trials in bread wheat. Turkish Journal Agriculture Forestry, 30: 325-337.
9. Sabaghnia, N., H. Dehghani and S.H. Sabaghpour. 2008. Graphic Analysis of Genotype by Environment Interaction for Lentil Yield in Iran. Agronomy Journal, 100: 760-764.
10. Samonte, S. O. P. B., L.T. Wilson, A.M. McClung and J. C. Medley. 2005. Targeting cultivars onto rice growing environments using ammi and sreg gge biplot analysis. Crop Science, 45: 2414-2424
11. Yan, W., L.A. Hunt, Q. Sheng and Z. Szlavnics. 2000. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGEbiplot. Crop Science, 40: 597-605.
12. Yan, W. and L.A. Hunt. 2001. Genetic and environmental causes of genotype by environment interaction for winter wheat yield in Ontario. Crop Science, 41:19-25.
13. Yan, W. 2002. Singular-value partitioning in biplot analysis of multienvironment trial data. Agronomy Journal, 94: 990-996.
14. Yan, W. and M.S. Kang. 2003. GGE biplot analysis: a graphical tool for breeders, Geneticists and Agronomists. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
15. Yan, W. and N.A. Tinker. 2005a. An integrated biplot analysis system for displaying, interpreting, and exploring genotype-byenvironment interactions. Crop Science, 45: 1004-1016.
16. Yan, W. and B.L. Ma. 2006. Model diagnosis and GGE biplot analysis, pp. 39. Eastern Cereal and Oilseed Research Centre, Agriculture and Agri-food Canada.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-23]

Genotype× Environment Interaction for Grain Yield of Maize Hybrids Using the GGE Biplot

Mahsa Shahryari Nasab[1], Rajab Chogan[2], Manochehr Khodarahmi[3], Ali Masomi[4] and Saeed Khavari khorasani[5]

1- M.Sc. Student, University of Payamenoor Mashhad (Corresponding author: shahryari_ma@yahoo.com)
2 and 3- Professor and Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj
4- Assistant Professor, University of Payamenoor, Mashhad
5- Assistant Professor, Researcher of Seed and Plant Improvement Institute, Mashhad
Received: November 2, 2013 Accepted: January 21, 2014

Abstract

In Present research 14 maize hybrids were studied in form of randomized compelet block design with 4 replicates across 6 environments including 3 agriculture research centers (Karaj ,Mashhad and Jiroft) in two years (1390-1391).Result of combined variance analysis showed that genotype ×year×location interaction is meaningful in %1 probability level. According to this result for studying interaction effect and determining stable hybrids, the GGE biplot multivariate method was used. Results showed that the first two principal components regression model explained 92% of the observed changes.By using Biplot polygons, six Top genotypes and two mega environments were identified.Also based on ,both yield and stability biplot ,genotype number 2 ,were identified as stable genotype with average function. Biplot analysis of correlations between environments a positive correlation between the Jiroft and Karaj and a negative correlation between Mashhad and Karaj environments were existed Evaluation of genotypes relative performance revealed that genotype No. 5 in Karaj and genotypes 14 and 2 in Mashhad and Jiroft , had the highest performance.

Keywords: Maize, Genotype-Environment Interaction, GGE Biplot

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-23]